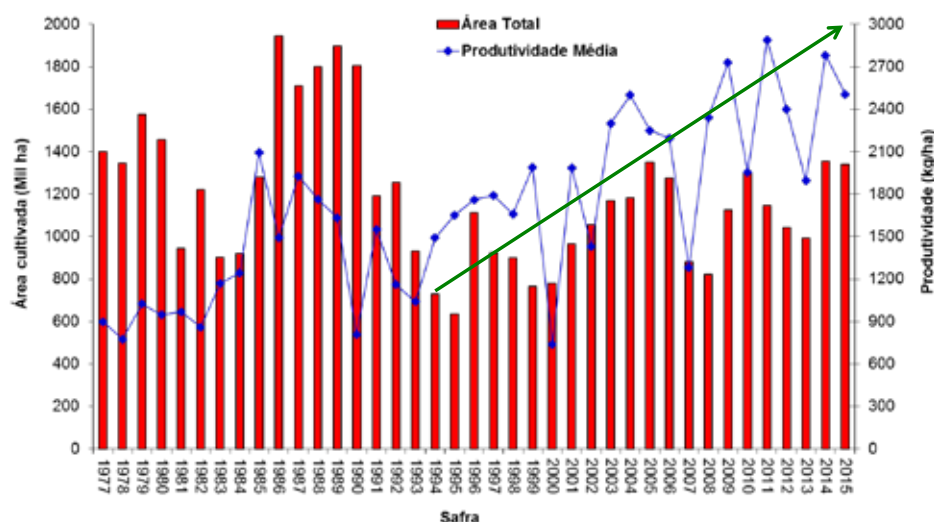


# Indicações fitotécnicas para cultivares de trigo da Embrapa no Paraná

## Introdução

Esta circular técnica sobre indicações fitotécnicas para cultivares de trigo da Embrapa no Paraná está na sua segunda versão, revista e ampliada. A primeira versão foi publicada em março de 2015 pela Embrapa Soja (FOLONI et al., 2015). Contudo, foram aprimoradas informações sobre as regiões tritícolas, caracterização de cultivares, instalação da cultura, adubação nitrogenada, uso de redutor de crescimento e épocas de semeadura.

Do ponto de vista de aporte tecnológico, a triticultura paranaense tem evoluído expressivamente nos últimos anos, e esse ganho pode ser compreendido a partir dos dados apresentados na Figura 1 (CONAB, 2016). Verifica-se que a máxima expansão de área de trigo no Paraná ocorreu na segunda metade da década de 1980, quando foram cultivados entre 1,7 a 1,9 milhão de hectares, obtendo-se produtividade média no período de 1.525 kg/ha de grãos. Por outro lado, nos últimos anos, de 2008 a 2015, houve forte redução da área tritícola no Estado (0,8 a 1,3 milhão de hectares), mas a produtividade média foi alçada para 2.437 kg/ha.



**Figura 1.** Área total cultivada e produtividade média de grãos de trigo entre os anos de 1977 a 2015 no Paraná.

Fonte: Adaptado de CONAB (2016).

Entre as tecnologias disponibilizadas aos triticultores paranaenses destaca-se a genética. No que diz respeito às cultivares da Embrapa (BRS), tem havido forte avanço de potencial produtivo, resistência a doenças, adaptabilidade a ambientes de cultivo e da qualidade industrial de farinha.

Aliado ao programa de melhoramento, são desenvolvidos trabalhos de pesquisa para aprimorar o posicionamento fitotécnico das cultivares. Esses trabalhos têm por objetivo caracterizar atributos agrônomicos dos genótipos no contexto dos sistemas de produção em que são indicados. Ao mesmo tempo, busca-se consolidar informações que permitam aos agricultores explorar ao máximo o potencial genético ofertado, assim como, evitar problemas passíveis de manejo.

### Autores

José Salvador Simoneti Foloni  
Engenheiro Agrônomo, D. Sc.  
Embrapa Soja, Londrina, PR

Manoel Carlos Bassoi  
Engenheiro Agrônomo, Ph. D.  
Embrapa Soja, Londrina, PR

Sergio Ricardo Silva  
Engenheiro Agrônomo, D. Sc.  
Embrapa Trigo, Londrina, PR

## Regiões Tritícolas do Paraná

O Estado do Paraná (PR) está situado entre as latitudes 22° e 27° Sul, e por influência dessa posição geográfica há grande diversidade de ambientes para a produção agrícola. Ou seja, essa faixa de transição entre as zonas tropical e temperada contempla aptidão para várias culturas, mas há também acentuada variabilidade temporal dos elementos climáticos (geada, chuva, fotoperíodo, etc.) (IAPAR, 2013).

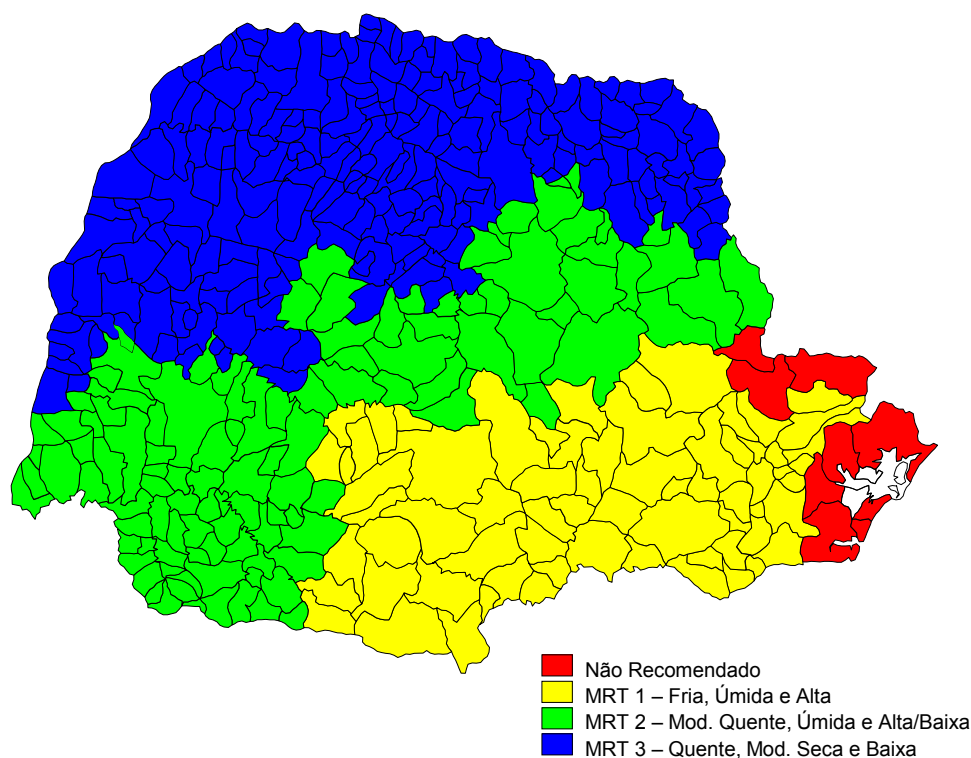
Segundo a classificação de Köppen, existem basicamente dois tipos de clima no Paraná, o Cfa e o Cfb, a saber: (1) Cfa - clima subtropical, com temperatura média no mês mais frio inferior a 18 °C e no mês mais quente acima de 22 °C, com verões relativamente quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração de chuvas no verão, contudo, sem estação seca definida; e (2) Cfb - clima temperado propriamente dito, com temperatura média no mês mais frio abaixo de 18 °C e no mês mais quente abaixo de 22 °C, com verões amenos, expressivo risco de geada e sem estação seca definida (IAPAR, 2013).

De acordo com a Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale - CBPTT (2015), para fim de recomendação de cultivares divide-se o Estado do

Paraná em três macrorregiões tritícolas (MRTs), da seguinte forma (Figura 2):

- MRT 1: caracterizada como fria, úmida e de elevadas altitudes, abrangendo o Centro-Sul e Sudeste do PR (Ponta Grossa, Campo Largo, Irati, Guarapuava, Mangueirinha, Palmas, Lapa, etc.);
- MRT 2: moderadamente quente, úmida e de altitudes variadas, contemplando o Sudoeste, Oeste, Centro-Oeste, Centro-Leste e Nordeste do PR (Cascavel, Toledo, Palotina, Campo Mourão, Ivaiporã, Mauá da Serra, Wenceslau Braz, Tibagi, etc.);
- MRT 3: distinguida como quente, moderadamente seca e de baixas altitudes, compreendendo o Norte e Noroeste do PR (Maringá, Londrina, Sertãozinho, Cornélio Procopio, Jacarezinho, Cambará, etc.).

Quanto à qualidade do solo, o território paranaense é bastante diversificado, com predomínio de Latossolos, Neossolos, Argissolos, Nitossolos e Cambissolos, os quais representam 31, 22, 15, 15 e 11% da extensão de área do Estado, respectivamente (BHERING e SANTOS, 2008).



**Figura 2.** Macrorregiões tritícolas (MRTs) 1, 2 e 3 do Paraná, de acordo com a aptidão edafoclimática para recomendação de cultivares. Fonte: Adaptado de CBPTT (2015).

Nas regiões Centro-Sul, Sudeste, Nordeste e Centro-Leste do PR, no âmbito das MRTs 1 e 2, a grande maioria das lavouras tritícolas é cultivada em Latossolos, Argissolos e Cambissolos, cujas granulometrias variam na faixa da textura média à argilosa. Esses solos, em geral, apresentam características físicas desejáveis, tais como, elevada porosidade de aeração, drenagem rápida e pouca suscetibilidade à compactação. Em contrapartida, comumente são pobres em nutrientes, contêm argilas de baixa reatividade, possuem elevados teores de alumínio tóxico e alta dependência de matéria orgânica (EMBRAPA, 2006; SÁ, 2007; BHERING e SANTOS, 2008).

No Sudoeste, Oeste, Centro-Oeste e Norte do PR, abrangendo as MRTs 2 e 3, o trigo ocupa predominantemente os Latossolos e Nitossolos argilosos. Essas formações geralmente têm alta capacidade de troca catiônica (CTC), expressivos teores de nutrientes e elevado potencial de armazenamento de água. Por outro lado, há significativa suscetibilidade à compactação, e frequentemente constata-se alta resistência à penetração de raízes e reduzida porosidade de aeração (TORMENA et al., 2002; CASTRO FILHO et al., 2002; BHERING e SANTOS, 2008).

Como praticamente não há triticultura irrigada no Paraná, os mapas de aptidão de cultivo de trigo têm

sido elaborados em razão da distribuição de chuvas, temperaturas adequadas e o risco de geada. No âmbito da disponibilidade hídrica, além da distribuição de chuvas, considera-se também o teor de argila do solo e a profundidade efetiva para o crescimento radicular (IAPAR, 2013; CBPTT, 2015).

### Portfólio de Cultivares

A Embrapa possui portfólio diversificado de cultivares de trigo para todas as regiões produtoras do Brasil, contudo, as indicações fitotécnicas deste trabalho são direcionadas somente para a BRS 208, BRS 220, BRS Pardela, BRS Tangará, BRS Gaivota, BRS Gralha-azul, BRS Sabiá, BRS Graúna e BRS Sanhaço.

Na Tabela 1 estão apresentadas informações sobre o ano de lançamento das cultivares, classe comercial (qualidade de farinha), ciclo, período entre a emergência das plântulas e o espigamento e até a maturação fisiológica dos grãos, altura média de planta, tolerância ao alumínio tóxico do solo (crestamento) e germinação de grãos em pré-colheita.

Na Tabela 2 há dados sobre reação das cultivares a doenças: ferrugem da folha e do colmo, oídio, manchas foliares, vírus do mosaico comum, vírus do nanismo amarelo da cevada (VNAC), giberela e brusone.

**Tabela 1.** Ano de lançamento, classe comercial (qualidade de farinha), ciclo, período entre a emergência e o espigamento e até a maturação fisiológica dos grãos, altura média de planta, tolerância ao alumínio (Al) tóxico do solo e germinação de grãos em pré-colheita de cultivares de trigo da Embrapa recomendadas para as MRTs 1, 2 e 3 do Paraná.

Cultivar <sup>1</sup>	Ano de Lançamento	Classe Comercial	Ciclo	Espigamento e Maturação (Dias)	Altura de Planta (cm)	Tolerância ao Al Tóxico do Solo	Germinação Pré-Colheita
BRS 208	2001	Pão	Médio	Espigamento: 67 Maturação: 123	89	Tolerante	MS
BRS 220	2003	Pão	Médio	Espigamento: 69 Maturação: 122	84	Moderadamente Tolerante	S
BRS Pardela	2007	Melhorador	Médio	Espigamento: 67 Maturação: 122	79	Moderadamente Tolerante	S
BRS Tangará	2007	Pão	Médio	Espigamento: 69 Maturação: 123	85	Tolerante	R/MR
BRS Gaivota	2011	Pão	Médio	Espigamento: 72 Maturação: 128	90	Moderadamente Tolerante	MS
BRS Gralha-azul	2012	Pão/ Melhorador	Médio	Espigamento: 65 Maturação: 124	83	Tolerante	R
BRS Sabiá	2013	Pão	Precoce	Espigamento: 59 Maturação: 103	88	Moderadamente Tolerante	MS
BRS Graúna	2015	Pão/ Melhorador	Tardio/ Precoce	Espigamento: 76 Maturação: 106	76	Moderadamente Tolerante	MR
BRS Sanhaço	2016	Pão	Médio	Espigamento: 67 Maturação: 112	77	Moderadamente Tolerante	MS

<sup>1</sup> Registradas e protegidas segundo a lei brasileira de proteção de cultivares. R: Resistente; MR: Moderadamente Resistente; MS: Moderadamente Suscetível; S: Suscetível.

**Tabela 2.** Reação à ferrugem da folha e do colmo, oídio, manchas foliares, vírus do mosaico comum, vírus do nanismo amarelo da cevada (VNAC), giberela e brusone de cultivares de trigo da Embrapa recomendadas para as MRTs 1, 2 e 3 do Paraná.

Cultivar <sup>1</sup>	Ferrugem da Folha	Ferrugem do Colmo	Oídio	Manchas Foliares	Vírus do Mosaico	VNAC	Giberela	Brusone
BRS 208	R	MR	MS	R/MR	MR	MR	MS	S
BRS 220	R	R	MS	MR	MR	S	MS	MS
BRS Pardela	MR	R	R	MS	MS	MR	MS	MR
BRS Tangará	R	R	R	MR	MS	MR	MS	MS
BRS Gaivota	MS	SI	R	R/MR	R	MR	MS	R
BRS Gralha-azul	MR	SI	MR	MR	MR	MR	MS	S
BRS Sabiá	MR/MS	SI	R	MR	MR	MR	MS	S
BRS Graúna	MR/MS	SI	S	MR/MS	MR	MR	S	MR
BRS Sanhaço	MR	SI	R	MR	MS	MS	MR	MS

<sup>1</sup> Registradas e protegidas segundo a lei brasileira de proteção de cultivares. R: Resistente; MR: Moderadamente Resistente; MS: Moderadamente Suscetível; S: Suscetível; SI: Sem Informação.

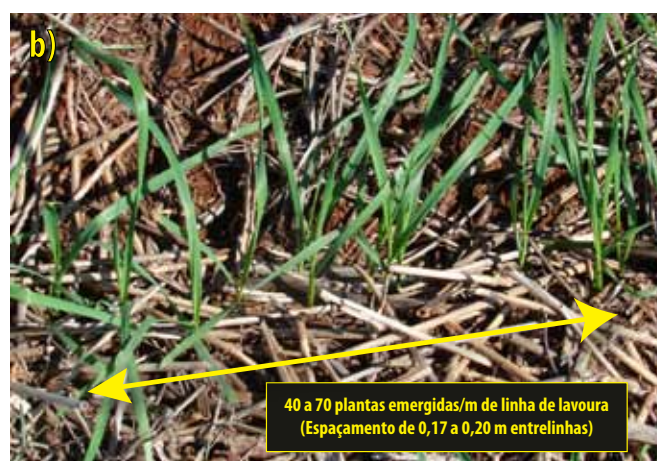
## Densidade de Semeadura

O estande de plantas está entre os principais fatores que influenciam a capacidade produtiva das lavouras, e o seu ajuste depende da interação entre ambiente, cultivar e manejo. No caso específico do trigo, por se tratar de espécie perfilhadora, é comum o uso do termo densidade de semeadura, visto que, na prática, há expressiva dificuldade para quantificar o número de plantas estabelecidas por unidade de área.

No Paraná, por exemplo, recorrentemente são constatados erros de ajuste da população de plantas em lavouras de trigo. Há cultivares geneticamente perfilhadoras que são instaladas com quantidades exageradas de sementes, acarretando acamamento e queda de produtividade. O inverso também é ver-

dadeiro, ou seja, há cultivares pouco perfilhadoras que necessitam de elevados aportes de sementes, mesmo em ambientes favoráveis ao desenvolvimento da cultura (Figura 3-a).

Vale reforçar que o índice de sobrevivência de plantas, ou melhor, o número de sementes viáveis que de fato gerarão plantas adultas, assim como, a capacidade de perfilhamento da cultura, guardam forte relação com as condições de ambiente e manejo: regime de chuvas, variação térmica, qualidade e quantidade de palhada no sistema plantio direto, qualidade fisiológica e sanitária das sementes, pragas e doenças de solo, compactação do solo, tratamento de sementes com produtos fitossanitários, fitotoxicidade gerada por agroquímicos, entre outros.



Fotos: J. S. S. Foloni

**Figura 3.** Genótipos de trigo perfilhador e não perfilhador (a), e estande inicial da lavoura na fase de duas a três folhas desdobradas por planta (b).



O rendimento de grãos da cultura do trigo é resultante do balanço entre três componentes de produção: número de espigas/m<sup>2</sup>, número de grãos/espiga e massa média de grãos. Esses componentes apresentam variações interdependentes e são capazes de compensar um ao outro, dentro de determinados limites (HOLEN et al., 2001; PRYSTUPA et al., 2004; ARDUINI et al., 2006). Há outros atributos morfológicos das plantas de trigo que podem contribuir com explicações acerca de interações entre genótipo, ambiente e manejo, como por exemplo: número de perfilhos férteis/planta, número de espiguetas/espiga, número de grãos/espiguetas, etc.

Para ilustrar a importância da densidade de semeadura no desempenho da cultura, apresentam-se na Figura 4 alguns resultados de número de plantas emergidas/m<sup>2</sup> e de número de espigas/m<sup>2</sup> em razão da densidade de semeadura. Esses dados foram gerados com a cultivar BRS Tangará na safra 2011, utilizando-se as densidades de 150, 250, 350 e 450 sementes aptas/m<sup>2</sup> em experimentos realizados em Ponta Grossa, Cascavel e Londrina, nas MRTs 1, 2 e 3 do Paraná, respectivamente.

Nota-se na Figura 4-a que o aumento da população inicial de plantas foi diretamente proporcional ao aporte de sementes. Portanto, com base neste e em vários outros exemplos, para a instalação das cultivares BRS recomenda-se utilizar o conceito de número de plantas por unidade de área, e não o de densidade de semeadura, e os ajustes das quantidades de sementes devem ser feitos caso a caso de

acordo com o posicionamento dos profissionais de assistência técnica.

Para definir a quantidade de sementes para alcançar uma determinada população inicial de plantas de trigo, é possível utilizar a seguinte equação:

$$\text{Sementes/m}^2 = a / [(b/100) \times (c/100)]$$

Onde:

a: população inicial de plantas desejada, em plantas/m<sup>2</sup> (ex: 250 plantas/m<sup>2</sup>);

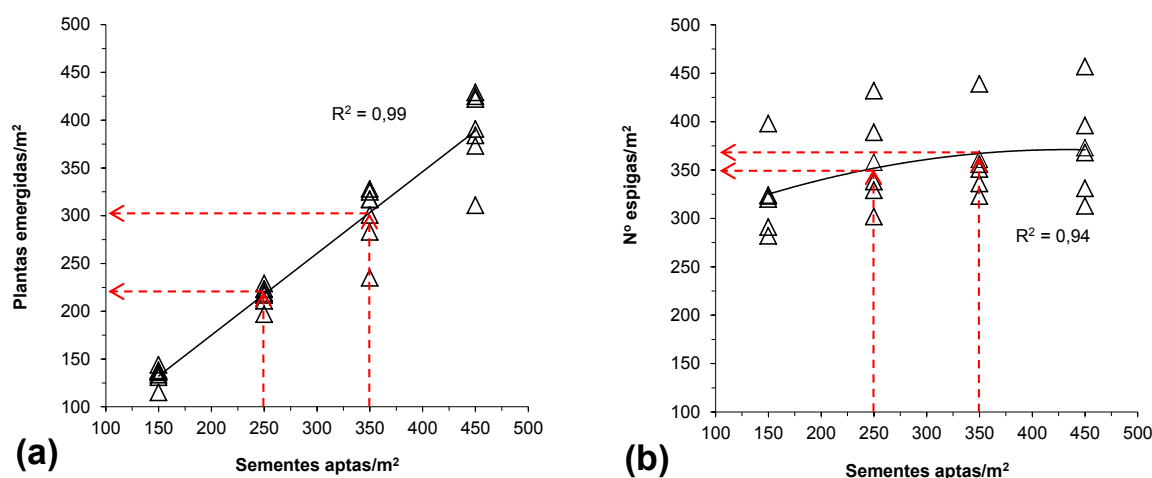
b: potencial de germinação da semente, em porcentagem (ex: 95%);

c: índice de sobrevivência da semente no campo, em porcentagem (ex: 95%).

Exemplo:

$$\text{Sementes/m}^2 = 250 / [(95/100) \times (95/100)] = 277 \text{ sementes/m}^2$$

No que diz respeito ao número de espigas/m<sup>2</sup> em função da densidade de semeadura, verifica-se na Figura 4-b que há limites para esta relação. No presente estudo, cerca de 250 a 350 sementes aptas/m<sup>2</sup> foram suficientes para que a lavoura alcançasse o máximo número de espigas por unidade de área. Esses resultados indicam a forte influência do perfilhamento sobre o estabelecimento da cultura e, por consequência, sobre o rendimento de grãos. Portanto, fica evidente que adicionar mais sementes não significa, necessariamente, avançar na produtividade.



**Figura 4.** Plantas emergidas/m<sup>2</sup> (a) e número de espigas/m<sup>2</sup> (b) em razão da densidade de semeadura na instalação do trigo. Resultados obtidos com a cultivar BRS Tangará a partir de experimentos realizados em Ponta Grossa, Cascavel e Londrina na safra 2011. Número de plantas emergidas quantificado nos estádios de duas e três folhas desdobradas (antes do perfilhamento). Número de espigas/m<sup>2</sup> avaliado por ocasião da colheita.

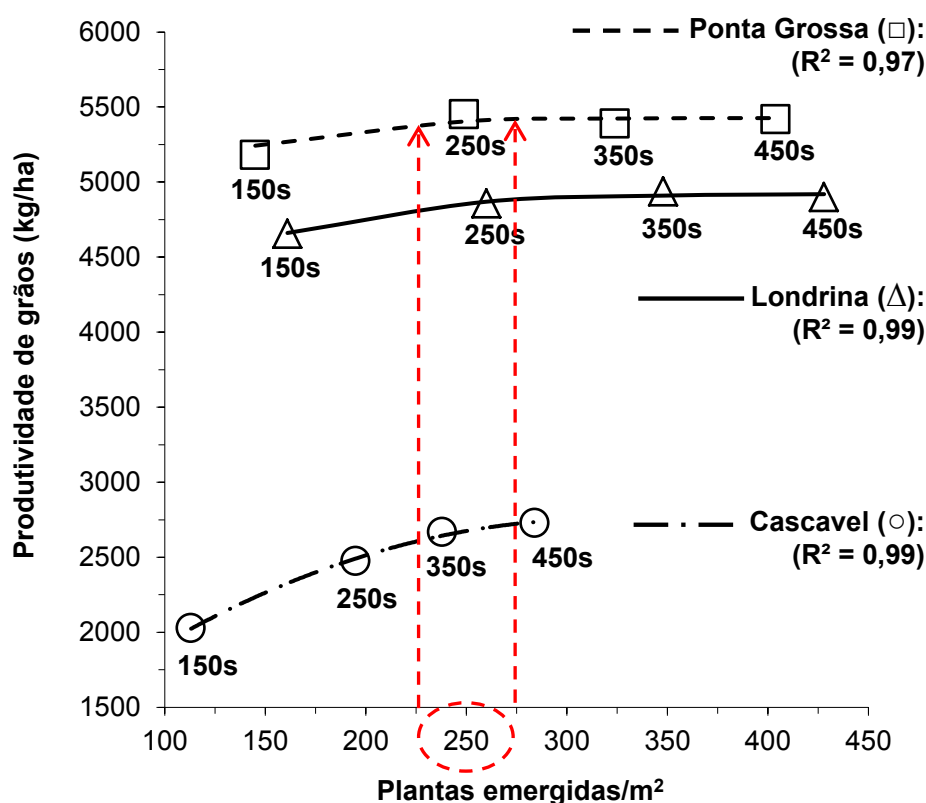
Na Figura 5 estão apresentados os resultados de produtividade de trigo em função da população inicial de plantas. Esses dados foram obtidos a partir da média de seis cultivares (BRS 208, BRS 220, BRS Tangará, BRS Pardela, BRS Gaivota e BRS Gralha-azul), instaladas com 150, 250, 350 e 450 sementes aptas/m<sup>2</sup> em experimentos conduzidos em Ponta Grossa, Cascavel e Londrina na safra 2011.

Verifica-se que estandes superiores a 250 plantas/m<sup>2</sup> não proporcionaram incrementos de produtividade, nos três locais estudados (Figura 4). Em Ponta Grossa e Londrina, densidades de 250 a 350 sementes aptas/m<sup>2</sup> foram suficientes para gerar estande de cerca de 250 plantas emergidas/m<sup>2</sup>, que por sua vez, possibilitou o máximo rendimento de grãos. Por outro lado, em Cascavel, onde houve estiagem prolongada por mais de 20 dias logo após a instalação da cultura, foram necessárias de 350 a 450 sementes aptas/m<sup>2</sup> para estabelecer população inicial da ordem de 250 plantas/m<sup>2</sup>, que também permitiu o máximo rendimento de grãos. A partir desses e de outros exemplos, entende-se que a

densidade de semeadura deve ser ajustada caso a caso em razão das condições de cultivo, de modo que proporcione população de plantas adequada para que o genótipo possa expressar o seu máximo potencial produtivo.

Com base em um conjunto expressivo de resultados obtidos nos últimos anos nas MRTs 1, 2 e 3 do Paraná, é possível afirmar que as cultivares BRS de trigo estão entre as mais perfilhadoras do mercado. Essa característica genética tem sido historicamente trabalhada no programa de melhoramento da Embrapa, visto que o elevado vigor vegetativo reduz gastos com sementes e aumenta a estabilidade da lavoura perante adversidades climáticas.

Na Tabela 3 estão apresentadas indicações de populações iniciais de plantas para as cultivares BRS 208, BRS 220, BRS Pardela, BRS Tangará, BRS Gaivota, BRS Gralha-azul, BRS Sabiá, BRS Graúna e BRS Sanhaço, nas MRTs 1, 2 e 3 do Paraná, com detalhamento em sub-regiões em razão da altitude, a saber:



**Figura 5.** Produtividade de grãos em razão da população inicial de plantas, em experimentos realizados em Ponta Grossa/PR (□), Londrina/PR (Δ) e Cascavel/PR (○) na safra 2011. Nos cálculos foram consideradas as médias de seis cultivares de trigo (BRS 208, BRS 220, BRS Tangará, BRS Pardela, BRS Gaivota e BRS Gralha-Azul). Os dados apresentados 150s, 250s, 350s e 450s representam as densidades de semeadura de 150, 250, 350 e 450 sementes aptas/m<sup>2</sup>, respectivamente.

- MRT 1 (Altitude > 700 m): Centro-Sul e Sudeste do PR;
- MRT 2 - Alta (Altitude > 700 m): Centro-Oeste, Centro-Leste e Nordeste do PR;
- MRT 2 - Baixa (Altitude < 700 m): Oeste e Sudoeste do PR;
- MRT 3 (Altitude < 700 m): Norte e Noroeste do PR.

As cultivares BRS 220, BRS Gaivota, BRS Sabiá e BRS Graúna necessitam de maiores aportes de sementes quando instaladas em regiões mais quentes, ou seja, nas MRTs 2 e 3 em altitudes abaixo de 700 m (Tabela 3), onde apresentam menor capacidade de perfilhamento. A BRS 208, BRS Tangará, BRS Pardela e BRS Gralha-azul perfilham bem em todas as condições de cultivo, e a BRS Sanhaço exige estande de 300 a 350 plantas emergidas/m<sup>2</sup> em todas as regiões tritícolas.

Resumidamente, os agricultores alcançarão os máximos rendimentos de grãos com as cultivares BRS quando os estandes variarem de 250 a 350 plantas/m<sup>2</sup>, ou com 40 a 70 plantas emergidas por metro de linha de lavoura, para espaçamentos entrelinhas de 0,17 a 0,20 m.

A avaliação do estande inicial de lavoura deve ser feita logo após a emergência das plantas, quando as mesmas apresentarem de duas a três folhas desdobradas, ou seja, antes do início do perfilhamento, conforme retratado na Figura 3-b.

É importante frisar que as recomendações de população inicial de plantas deste trabalho são oriundas de uma série de experimentos conduzidos sobre palhada de soja no sistema plantio direto (SPD). Portanto, caso haja intenção de semear trigo sobre palhada de milho, indica-se incrementar o estande em 10% a 20% em relação às quantidades apresentadas na Tabela 3.

**Tabela 3.** Populações iniciais de plantas para cultivares BRS indicadas para as MRTs 1, 2 e 3 do Paraná.

Cultivar	MRTs 1 e 2 (Altitude > 700 m)		MRTs 2 e 3 (Altitude < 700 m)
	----- Plantas emergidas/m <sup>2</sup> -----		
BRS 208	250 a 300		
BRS 220	250 a 300		300 a 350
BRS Pardela	250 a 300		
BRS Tangará	250 a 300		
BRS Gaivota	250 a 300		300 a 350
BRS Gralha-azul	250 a 300		
BRS Sabiá	250 a 300		300 a 350
BRS Graúna	250 a 300		300 a 350
BRS Sanhaço	300 a 350		

MRT 1 (Altitude > 700 m): Centro-Sul e Sudeste do PR; MRT 2 – Alta (Altitude > 700 m): Centro-Oeste, Centro-Leste e Nordeste do PR; MRT 2 – Baixa (Altitude < 700 m): Sudoeste e Oeste do PR; MRT 3 (Altitude < 700 m): Norte e Noroeste do PR;

Obs. 1: Número de plantas emergidas quantificado nos estádios de duas e três folhas desdobradas (antes do início do perfilhamento);

Obs. 2: Para lavouras a serem instaladas sobre palhada de milho, utilizar de 10% a 20% a mais de plantas em relação às quantidades supracitadas.

## Adubação Nitrogenada

O manejo da adubação nitrogenada do trigo tem gerado muita controvérsia nos últimos anos no Brasil. Há questionamentos de toda a ordem, como por exemplo, sobre o estágio fenológico da cultura em que o N deve ser ministrado, sobre novas formulações de fertilizantes, modos de aplicação de N, distinção de resposta ao N entre cultivares e/ou ambientes de produção, uso de inoculantes a base de *Azospirillum*, entre outros.

No que diz respeito às cultivares BRS, neste trabalho buscou-se elaborar um conjunto específico de indicações para aprimorar a eficiência de uso do N-adubo, fundamentado em vários experimentos conduzidos nas MRTs 1, 2 e 3 do Paraná. Diante de todos os dados gerados, foi possível identificar duas informações primordiais:

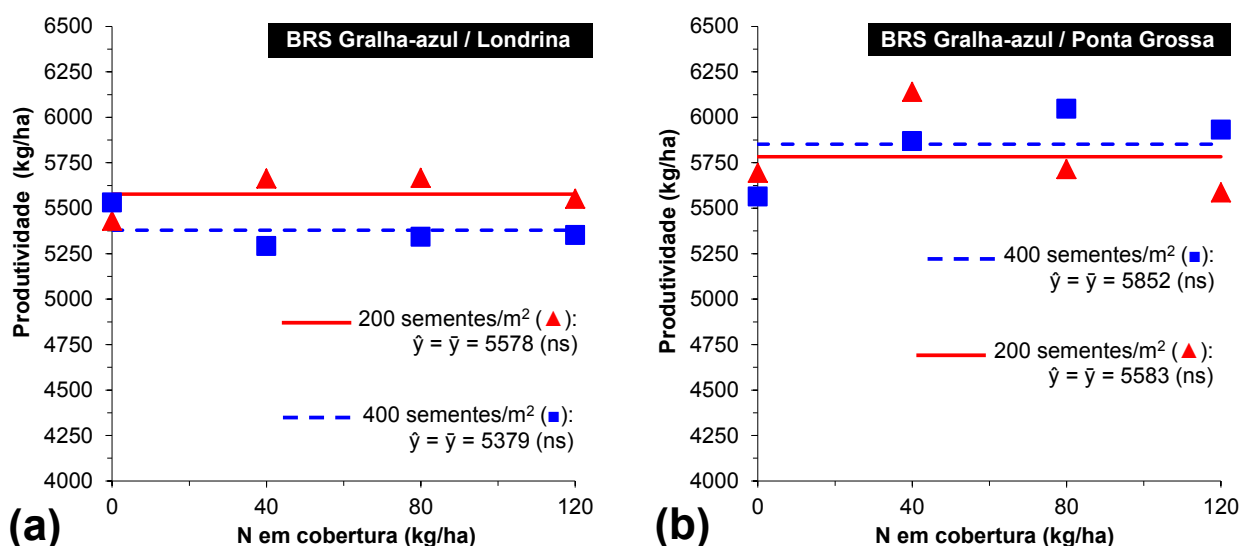
- O excesso de N tem sido a principal causa de acamamento do trigo, para todas as condições de interação entre genótipo e ambiente;
- Cultivares BRS têm alcançado elevadas produtividades com doses relativamente baixas de N, para grande parte das situações de cultivo.

O alumínio (Al) tóxico em subsuperfície no solo é um importante fator a ser considerado no manejo

do N para as cultivares BRS. São inquestionáveis os benefícios da calagem e gessagem, e a lavoura tritícola deve ser instalada em solos corrigidos com saturação por bases (V) da ordem de 70% na camada de 0 a 20 cm de profundidade (CBPTT, 2015). Contudo, nas camadas abaixo de 20 cm, onde geralmente há elevados teores de Al, o crescimento radicular da maioria das culturas é prejudicado.

Do ponto de vista conceitual, além da adubação nitrogenada, há oferta de N-mineral a partir da decomposição da matéria orgânica do solo (MO) e da palhada no sistema plantio direto (CANTARELLA, 2007; WIETHÖLTER, 2011). Esse N-mineral, em condições de baixa acidez e elevada aeração, tende a acumular-se na forma de ânion nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) devido ao processo de nitrificação, porém, o  $\text{NO}_3^-$  é muito móvel e sofre lixiviação no perfil do solo (ADAMS e MARTIN, 1984).

O programa de melhoramento de trigo da Embrapa tem priorizado cultivares com expressiva tolerância ao Al tóxico do solo. Significa que a lavoura tem maior potencial para explorar camadas mais profundas do perfil, podendo acessar maiores quantidades de  $\text{N-NO}_3^-$ . Essa abordagem sobre eficiência de extração de N ajuda a elucidar os recorrentes casos em que cultivares BRS atingem níveis excelentes de produtividade com o mínimo de N-adubo, tal como apresentado nas Figuras 6 e 7.



**Figura 6.** Produtividade da BRS Gralha-azul e de outra cultivar classificada como exigente em fertilidade do solo, em experimentos realizados em Londrina/PR (a) e Ponta Grossa/PR (b), submetidas à aplicação de 0, 40, 80 e 120 kg/ha de N em cobertura no perfilhamento, na safra 2012. Letras minúsculas nas colunas comparam as cultivares dentro de cada dose de N, e as maiúsculas comparam as doses de N dentro de cada cultivar, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Na Figura 6 verifica-se que a BRS Gralha-azul não respondeu à adubação nitrogenada, com duas densidades de semeadura, em experimentos realizados em Londrina e Ponta Grossa na safra 2011. As altas produtividades alcançadas reforçam a argumentação sobre o vigoroso crescimento vegetativo e o alto potencial de extração de N do solo.

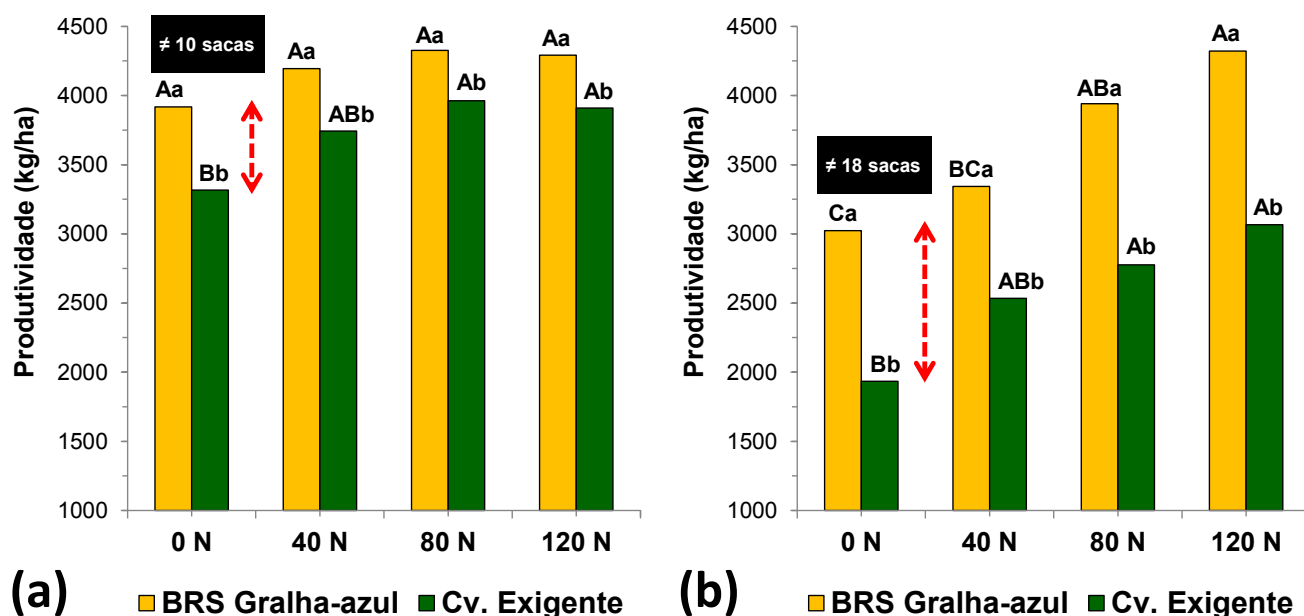
Observa-se na Figura 7 a resposta à adubação nitrogenada da BRS Gralha-azul e de outra cultivar classificada como exigente em fertilidade do solo, em experimentos realizados em Londrina e Ponta Grossa na safra 2012. Considerando-se somente a condição de ausência de N-adubo, em Londrina houve diferença de 10 sacas/ha a favor da BRS Gralha-azul (eficiente), em relação à cultivar exigente em N (Figura 7-a). Em Ponta Grossa, também na situação em que não houve adubação nitrogenada, a BRS Gralha-azul superou em 18 sacas/ha a cultivar exigente (Figura 7-b). Destaca-se novamente a capacidade da genética BRS em extrair N do solo.

O modo de aplicação de N também é importante para aumentar a eficiência de uso dos fertilizantes, bem como, para reduzir o acamamento. No caso das cultivares BRS indica-se priorizar a adubação nitrogenada de semeadura, em detrimento do N em cobertura. O N adicionado na adubação de base estimula a formação de perfilhos, os quais guardam

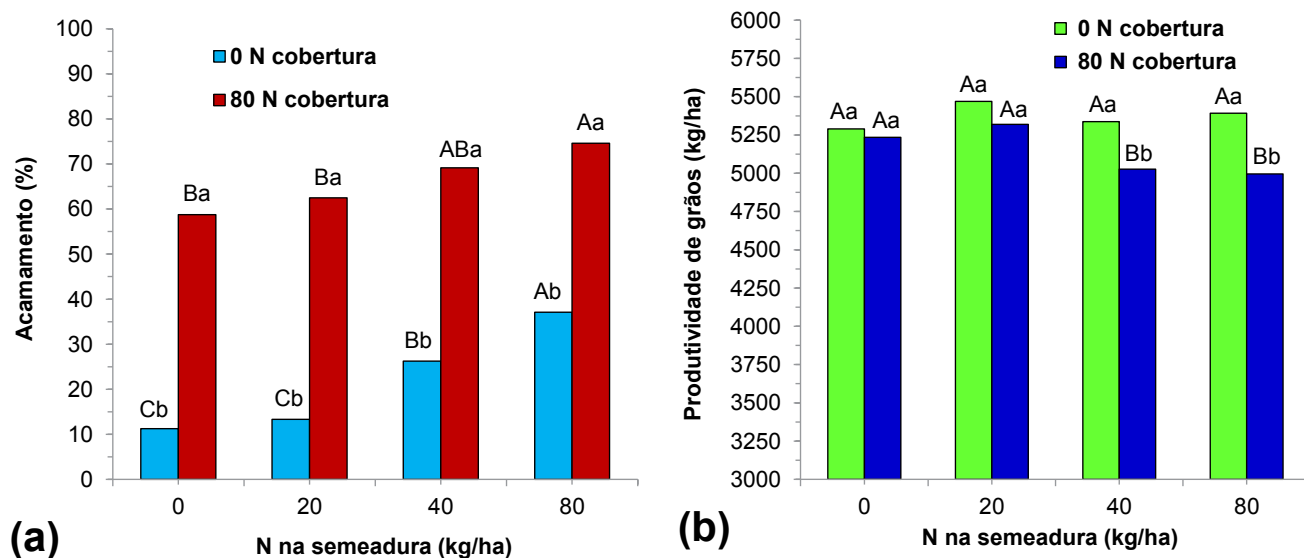
relação direta com o número de espigas/m<sup>2</sup>, que por sua vez, é um forte componente de produção da cultura.

Wiethölter (2011) também enfatiza que quando o trigo é instalado sobre a palhada de milho, e especialmente quando há abundância de restos culturais, é fundamental antecipar todo ou parte expressiva do N que seria aplicado em cobertura, pois, o prejuízo à lavoura pode ser irreversível em razão da intensa imobilização do nutriente no processo de mineralização da palhada.

Nas figuras 8-a e 8-b estão apresentados os efeitos do modo de aplicação de N (semeadura e cobertura) sobre o acamamento e a produtividade do trigo, sendo que, a adubação de cobertura intensificou sobremaneira o problema, sem proporcionar ganhos de produtividade. A explicação pode ser feita da seguinte forma: em termos de desenvolvimento fenológico da cultura, sabe-se que ao final do perfilhamento as plantas de trigo sofrem diferenciação floral e inicia-se a fase de alongamento dos colmos. Portanto, se o N for aplicado em cobertura no pleno perfilhamento, ou seja, no período que antecede o alongamento, há tendência de aumento do comprimento dos entrenós dos colmos, tornando as plantas estioladas e mais suscetíveis ao acamamento.



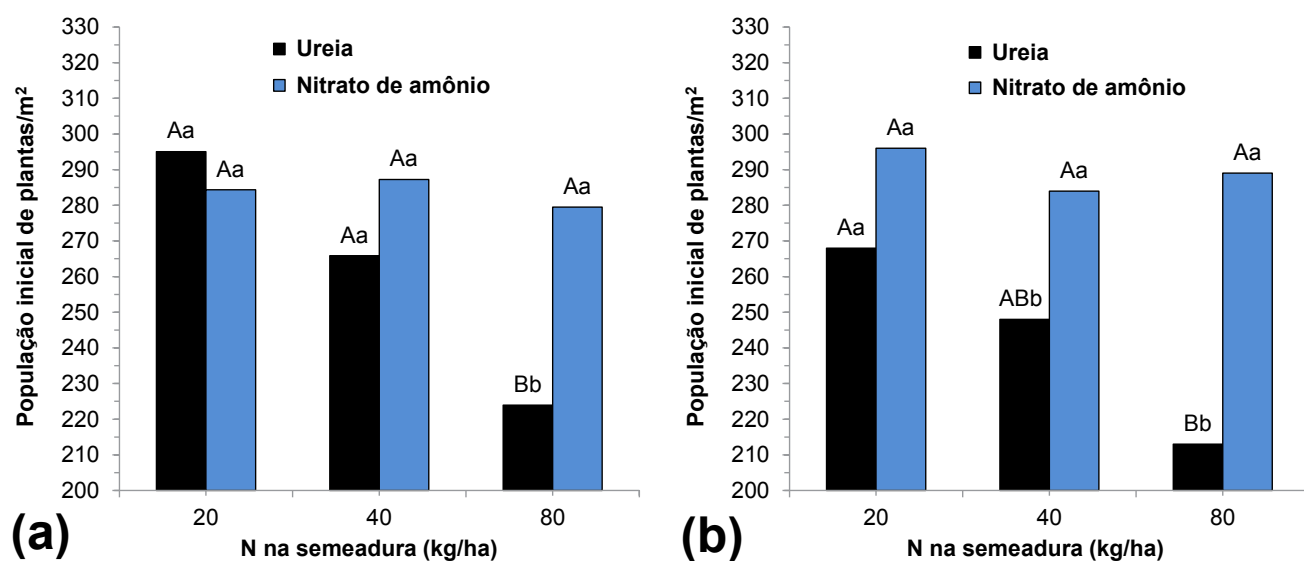
**Figura 7.** Produtividade da BRS Gralha-Azul e de outra cultivar classificada como exigente em fertilidade do solo, em experimentos realizados em Londrina/PR (a) e Ponta Grossa/PR (b), submetidas à aplicação de 0, 40, 80 e 120 kg/ha de N em cobertura no perfilhamento, na safra 2012. Letras minúsculas nas colunas comparam as cultivares dentro de cada dose de N, e as maiúsculas comparam as doses de N dentro de cada cultivar, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



**Figura 8.** Acamamento de plantas (a) e produtividade de grãos (b) da cultivar BRS Tangará em razão da adubação nitrogenada na semente com 0, 20, 40 e 80 kg/ha de N, combinada com a adubação de cobertura no perfilhamento com 0 e 80 kg/ha de N, em experimento conduzido com irrigação em Londrina na safra 2012. Letras minúsculas nas colunas comparam as doses de N em cobertura dentro de cada dose de N na semente, e as maiúsculas comparam as doses de N na semente dentro de cada dose de N em cobertura, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Mesmo sabendo das vantagens de se fazer a adubação nitrogenada na semente do trigo, é preciso ter cuidado com a fonte e dose de N a serem ministradas. Na Figura 9 nota-se que houve expressivo prejuízo à população inicial de plantas de trigo quando a ureia foi utilizada na composição do adubo NPK que foi aplicado nos sulcos de sementeira, tanto em Londrina como em Ponta Grossa.

No que se refere às fontes nitrogenadas, no Brasil são utilizadas basicamente as que contêm N solúvel na forma amídica  $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ , amoniacal  $(\text{NH}_4^+)$  e/ou nítrica  $(\text{NO}_3^-)$ . No entanto, a ureia  $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$  tem sido a mais empregada por causa do baixo custo por unidade de N, resultante da elevada eficiência de fabricação e do menor dispêndio com transporte (CANTARELLA, 2007; CANTARELLA e MONTEZANO, 2010).



**Figura 9.** População inicial de plantas de trigo em função da aplicação de doses de N nos sulcos de sementeira da lavoura com as fontes ureia e nitrato de amônio, em Londrina/PR (a) e Ponta Grossa/PR (b) na safra 2012. Letras minúsculas nas colunas comparam as fontes nitrogenadas dentro de cada dose de N, e as maiúsculas comparam as doses de N dentro de cada fonte, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O número de plantas/m<sup>2</sup> foi determinado quando as mesmas apresentavam de duas a três folhas desdobradas.

Caso opte-se pela ureia para fazer a adubação de semeadura, é preciso saber que no processo de transformação do N-amídico em N-amoniacal pode haver acúmulo do gás amônia ( $\text{NH}_3$ ) no volume de solo próximo às sementes e plântulas, e este gás pode ser tóxico (GRANT e BAILEY, 1999; KARAMANOS et al., 2003). Wiethölter (2011) também alerta sobre os riscos da ureia na adubação de base do trigo, e recomenda que este adubo seja mantido a uma distância mínima de 2,5 cm em relação às sementes, com restrições também quanto à dose.

Portanto, fica claro que na adubação de semeadura do trigo deve-se priorizar formulações que contêm N na forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e/ou amônio ( $\text{NH}_4^+$ ), tais como: Nitrato de amônio (32% de N), Fosfato monoamônico – MAP (9% de N e 48% de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ), Fosfato diamônico – DAP (16% de N e 45% de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ), etc.

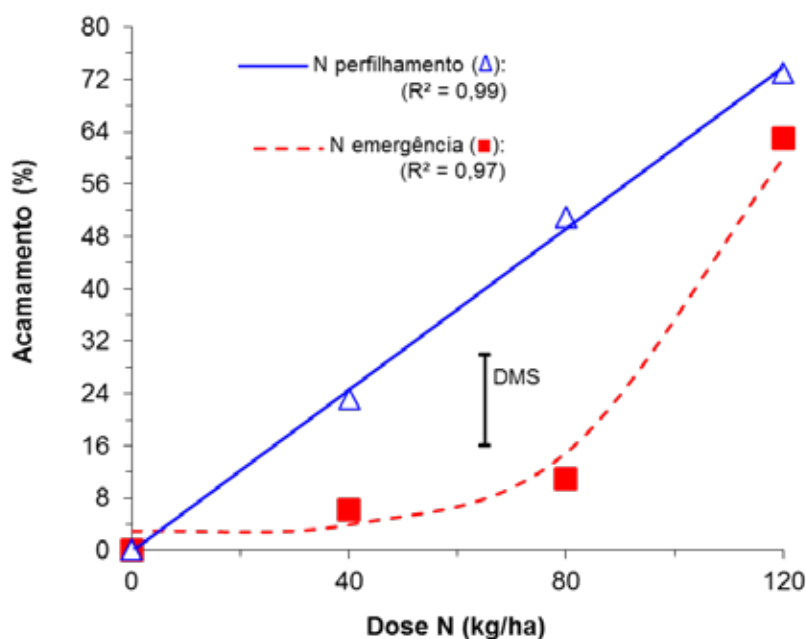
Se houver necessidade de realizar adubação nitrogenada de cobertura, recomenda-se aplicar o fertilizante logo após a emergência da cultura, quando as plantas apresentarem de duas a três folhas desdobradas, ou seja, antes do início do perfilhamento. As vantagens de se antecipar a adubação de cobertura são as mesmas mencionadas anteriormente:

- O N-adubo tem por objetivo estimular a formação de perfilhos, os quais têm forte relação com o rendimento de grãos;

- O N aplicado no final do perfilhamento, no período que antecede o alongamento dos colmos, pode favorecer o acamamento.

Na Figura 10 apresentam-se resultados de acamamento do trigo em razão da dose e do estágio de aplicação de N (emergência e perfilhamento), em lavoura conduzida com irrigação em Londrina/PR na safra 2012. O N ministrado na emergência das plantas reduziu significativamente o acamamento, considerando-se as doses comumente recomendadas de 40 a 80  $\text{kg ha}^{-1}$ . Vale reforçar que neste experimento o suporte de irrigação permitiu caracterizar o comportamento de acamamento perante o manejo do N (dose e estágio de aplicação), visto que irregularidades de distribuição de chuva e/ou períodos prolongados de estiagem minimizam ou extinguem os efeitos da cobertura nitrogenada em diversos experimentos realizados a campo.

Na adubação de cobertura do trigo, caso seja escolhida a fonte ureia, é prudente considerar que em condições de temperatura e umidade adequadas, quando o adubo permanece exposto sobre a palhada, no processo de transformação do N-amídico em N-amoniacal pode haver perdas expressivas de N por volatilização (CANTARELLA, 2007; CANTARELLA e MONTEZANO, 2010). Sendo assim, em lavouras de sequeiro a ureia deve ser aplicada, sempre que possível, quando houver previsão iminente de chuva, porque o fertilizante precisa ser dissolvido



**Figura 10.** Acamamento do trigo em razão da adubação de cobertura com diferentes doses e estádios de aplicação de N (emergência e perfilhamento), em lavoura conduzida com irrigação em Londrina/PR na safra 2012. DMS: Diferença mínima significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Emergência: estágio de duas folhas desdobradas por planta. Perfilhamento: estágio de três perfilhos por planta.

e infiltrado rapidamente no solo para ser aproveitado com maior eficiência pelas plantas.

A prescrição da adubação nitrogenada deve ser compreendida no contexto da lucratividade. Nesse sentido, para que se possa interferir na lavoura de maneira vantajosa é preciso criar procedimentos de manejo que associem diferentes informações, tais como, o custo do fertilizante perante a rentabilidade da cultura, disponibilidade hídrica, perfil da cultivar, características técnicas do fertilizante, eficiência operacional, etc.

Na Tabela 4 estão apresentadas as indicações de doses de N para as cultivares BRS de trigo nas MRTs 1, 2 e 3 do Paraná, considerando os critérios de nível de produtividade esperada, lavoura antecessora no sistema plantio direto (SPD) e comportamento da cultivar.

O conceito de produtividade esperada contempla o ambiente de produção e o modelo tecnológico adotado na condução da lavoura. Em termos práticos, há razões objetivas para se considerar este critério na definição das doses de N (RAIJ et al., 1997), a saber:

- Lavouras mais produtivas requerem maiores quantidades de nutrientes, ou seja, as plantas

acumulam mais biomassa e tendem a esgotar mais rapidamente as reservas do solo;

- Em ambientes de produção onde as produtividades são relativamente maiores, em geral, há maior lucratividade, o que permite maiores investimentos em fertilizantes.

Neste trabalho também foi adotado o princípio da classe de resposta à adubação nitrogenada, em que foram consideradas interações entre região tritícola, comportamento do genótipo e cultura antecessora no SPD.

No que se refere às regiões tritícolas, foram estabelecidas duas grandes classes de resposta ao N em razão da altitude em consonância com as MRTs 1, 2 e 3 do Paraná (Tabela 4). Os ambientes foram distinguidos de acordo com as temperaturas médias que ocorrem no início do desenvolvimento da cultura.

Nas MRTs 2 e 3 do Paraná, nas áreas com altitudes abaixo de 700 m, em geral o trigo é instalado nos meses de abril e maio, e a fase inicial das plantas se dá quando as temperaturas médias diárias são relativamente elevadas. Por outro lado, nas MRTs 1 e 2 do Estado, em altitudes acima de 700 m,

**Tabela 4.** Indicação de doses de N para cultivares BRS de trigo nas MRTs 1, 2 e 3 do Paraná, considerando os critérios de nível de produtividade esperada, lavoura antecessora no SPD (soja ou milho) e comportamento da cultivar.

Produtividade Esperada	N Semeadura		N Cobertura							
			MRTs 2 e 3 (Altitude < 700 m)				MRTs 1 e 2 (Altitude > 700 m)			
	Palha Soja	Palha Milho	Palha Soja		Palha Milho		Palha Soja		Palha Milho	
			Cultivar BR	Cultivar AR	Cultivar BR	Cultivar AR	Cultivar BR	Cultivar AR	Cultivar BR	Cultivar AR
t/ha	----- kg/ha -----									
Até 3	30	40	0	30	40	50	20	30	40	50
3 a 4	30	40	30	50	60	80	50	60	60	80
4 a 5	30	40	50	70	80	100	70	80	80	100
Acima de 5	30	40	60	80	100	120	90	100	100	120

MRT 1 (Altitude > 700 m): Centro-Sul e Sudeste do PR;

MRT 2 – Alta (Altitude > 700 m): Centro-Oeste, Centro-Leste e Nordeste do PR;

MRT 2 – Baixa (Altitude < 700 m): Sudoeste e Oeste do PR;

MRT 3 (Altitude < 700 m): Norte e Noroeste do PR;

Cultivar BR (Baixa Resposta ao N): BRS 208, BRS Tangará, BRS Pardela e BRS Gralha-azul;

Cultivar AR (Alta Resposta ao N): BRS 220, BRS Gaivotas, BRS Sabiá, BRS Graúna e BRS Sanhaço;

Obs.: Doses de N aferidas para trigo de sequeiro.

comumente o trigo é semeado entre junho e julho, e o período vegetativo acontece quando as temperaturas são mais baixas.

Do ponto de vista teórico, é possível elucidar essas diferenças de ambiente para resposta ao N da seguinte forma:

- Quando as temperaturas são relativamente altas, e não há restrição de outros fatores ambientais, a taxa de mineralização do N-orgânico no SPD tende a ser elevada, acarretando maior oferta de N-mineral para a lavoura no curto prazo;
- O inverso também é verdadeiro, ou seja, em regiões onde as temperaturas são mais baixas, o processo de mineralização do N-orgânico comumente é lento, com menor oferta do nutriente para as plantas (CANTARELLA, 2007; PIRES et al., 2011; e WIETHÖLTER, 2011).

Sendo assim, no âmbito das indicações de doses de N nos diferentes ambientes do Paraná (Tabela 4), considera-se que em localidades abaixo de 700 m nas MRTs 2 e 3, a magnitude das respostas é menor. Por outro lado, em áreas acima de 700 m nas MRTs 1 e 2, a responsividade é maior.

Quanto ao comportamento dos genótipos, a Embrapa tem instalado experimentos em rede nas MRTs 1, 2 e 3 do Paraná para aferir o desempenho das linhagens pré-comerciais de trigo perante o N, entre outras caracterizações. Contudo, na prática, quase a totalidade das tabelas de adubação não tem contemplado o fator genético, devido ao elevado dispêndio das redes de experimentos e necessidade recorrente de atualização.

Na tabela 4 estão apresentados dois grupos de cultivares de trigo definidos em razão da resposta à adubação nitrogenada, ou seja, cultivares mais exigentes em N respondem mais à adubação e vice-versa. Os dois grupos estão distinguidos da seguinte forma:

- Cultivares BR (Baixa Resposta ao N): BRS 208, BRS Tangará, BRS Pardela e BRS Gralha-azul;
- Cultivares AR (Alta Resposta ao N): BRS 220, BRS Gaivota, BRS Sabiá, BRS Graúna e BRS Sanhaço.

No que diz respeito à cultura antecessora no SPD, sabe-se que a maioria das lavouras tritícolas brasileiras tem sido instalada sobre palhada de soja ou milho, e na elaboração da Tabela 4 foram consideradas essas informações.

Nas situações em que os restos culturais apresentam baixa relação carbono/nitrogênio (C/N), menor que 20/1, como no caso da soja, a demanda por N dos microrganismos no processo de decomposição da cobertura morta é satisfeita rapidamente, e o N-mineral em excesso é mais facilmente liberado na solução do solo e fica disponível para as plantas. Por outro lado, se a relação C/N for alta, maior que 30/1, como no caso da palhada de milho, a quantidade de N mineralizado não é suficiente para atender a demanda dos microrganismos, os quais imobilizam o N-mineral ( $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NO}_3^-$ ) da solução do solo, reduzindo a oferta para a lavoura (MOREIRA e SIQUEIRA, 2002).

Sucintamente, com base nos dados apresentados na Tabela 4, pode-se destacar:

- Na adubação de semeadura deve-se aplicar 30 kg/ha de N na lavoura de trigo após soja, e 40 kg/ha de N no trigo após milho;
- Na adubação de cobertura, as maiores doses de N devem ser ministradas somente em áreas com histórico de altas produtividades de trigo, de acordo com os critérios de nível de produtividade esperada e classe de resposta.

Existe outra questão bastante polêmica que envolve o manejo do N na cultura do trigo. Algumas empresas brasileiras de melhoramento genético recomendam a aplicação tardia de N na fase de espigamento visando incrementar a qualidade de farinha. Argumenta-se que determinadas cultivares possuem alto potencial produtivo, mas são geneticamente inferiores em termos de qualidade, o que justificaria, em tese, o investimento em N na fase de formação dos grãos.

É preciso ressaltar que as cultivares BRS não necessitam de adubação nitrogenada para viabilizar a qualidade de farinha. Historicamente a Embrapa tem priorizado a qualidade industrial do trigo no programa de melhoramento, ou seja, as cultivares ofertadas sempre foram plenamente aceitas pela indústria moageira. Portanto, o único propósito do aporte



de N-adubo é o de atender a demanda nutricional da lavoura, no sentido de proporcionar o máximo rendimento de grãos.

Para a formação da porção proteica dos grãos de trigo, a maior parte do N é remobilizada de outros órgãos da planta no decorrer da fase de enchimento de grãos. Assim, eventos pós-espigamento, tais como, temperaturas elevadas, deficiência hídrica, oferta de nutrientes, etc., podem influenciar a composição proteica e/ou amilácea da farinha.

É sabido, por meio de revisão de literatura, principalmente a partir de trabalhos realizados em algumas regiões da Europa e da América do Norte, que quando se aplica N em estádios mais tardios da planta de trigo (fase reprodutiva) há aumento na porcentagem da proteína total do grão e, na maioria das vezes, nas condições de cultivo dessas regiões de clima temperado do hemisfério norte, há incremento da força de glúten (valor de W). No entanto, nas condições ambientais do Brasil isso não tem acontecido.

A CBPTT (2015) também reforça que a aplicação tardia de N em cobertura, após a fase de emborrachamento, geralmente não afeta o rendimento de grãos, mas pode aumentar o teor de proteína do grão, sem que, necessariamente, em todas as situações, o valor de W seja alterado a ponto de modificar a classificação comercial do produto colhido.

Do ponto de vista prático, é preciso considerar que a resposta ao N para qualidade de farinha é altamente influenciada pela interação entre genótipo e ambiente. Ou seja, são comuns resultados contraditórios e extremamente variados entre locais e anos de cultivo, em todas as regiões tritícolas brasileiras. Para a Embrapa, portanto, na atualidade, a única estratégia agrônômica utilizada para definir a qualidade de farinha é o melhoramento genético.

## Redutor de Crescimento

As espécies vegetais produzem naturalmente hormônios que atuam nos seus processos fisiológicos, sendo os mais conhecidos as auxinas, giberelinas, citocininas e etileno. Por sua vez, os reguladores vegetais ou fitorreguladores são assim denominados para que sejam distinguidos dos hormônios, pois são substâncias sintéticas aplicadas exogenamente com o intuito de influenciar processos fisiológicos, visando o incremento de produtividade, a qualidade

de produtos e/ou a otimização do manejo (TAIZ e ZEIGER, 2004; DAVIES, 2007).

Entre os fitorreguladores há os redutores de crescimento, que são utilizados para inibir a síntese de giberelinas que promovem a expansão de tecidos vegetais, tal como no processo de alongamento de entrenós de ramos e caules que resulta no aumento da altura de plantas. Para o manejo de cereais, por exemplo, há recomendação de inibidores de giberelinas visando a redução do porte das lavouras e do acamamento (TAIZ e ZEIGER, 2004).

No Brasil há indicação de uso do redutor de crescimento trinexapac-etil para manejo do acamamento na cultura do trigo, e esta substância é disponibilizada aos agricultores na forma do produto comercial Moddus®, devidamente registrado no Ministério da Agricultura (AGROFIT, 2016).

De acordo com a CBPTT (2015), o trinexapac-etil somente deve ser recomendado para cultivares de trigo suscetíveis ao acamamento, em solos de elevada fertilidade e em condições de alta oferta hídrica. Rodrigues et al. (2003) também reforçam que o trinexapac-etil é tecnicamente vantajoso quando há risco iminente de acamamento, associado à perspectiva de elevadas produtividades, caso contrário haverá apenas aumento de custo.

É importante lembrar que as cultivares de trigo respondem de maneira variada ao trinexapac-etil, e tais respostas geralmente estão associadas ao ambiente e manejo. Portanto, é indispensável que se faça a validação regional para a indicação deste produto (ZAGONEL et al., 2007; PENCKOWSKI, 2009).

Há recorrentes discussões sobre o uso do trinexapac-etil para melhorar a arquitetura de planta, com o objetivo de tornar as folhas do trigo mais eretas para que possam interceptar com maior eficiência a luz incidente no dossel vegetal. Porém, no que diz respeito às cultivares BRS, o redutor de crescimento somente é indicado para manejo de acamamento, ou seja, não há respaldo para o uso deste produto para outras finalidades.

O acamamento na cultura do trigo pode acarretar prejuízos pequenos ou insignificantes quando há apenas o envergamento dos colmos e não ocorre a quebra dos mesmos (ou dobramento). Porém, se houver obstrução dos feixes vasculares e o fluxo

de seiva for comprometido, há perdas expressivas de produtividade. Além disso, nas lavouras acamadas há maior exposição das espigas à umidade por ficarem mais próximas do solo, o que pode favorecer a proliferação de fungos e a germinação de grãos em pré-colheita, somados também a entraves operacionais de colheita (CRUZ, 2001; ZAGONEL et al., 2007; RODRIGUES et al., 2003; FERNANDES, 2009).

Problemas de manejo também podem intensificar o acamamento do trigo:

- Altas densidades de semeadura geram competição por luz no dossel vegetal, tornando as plantas estioladas;
- Excesso de N causa desbalanço nutricional e crescimento exagerado da lavoura;
- Baixo desenvolvimento radicular decorrente de problemas físicos, químicos e/ou sanitários do solo, que acarreta dificuldade de ancoragem das plantas.

Na Tabela 5 apresenta-se o comportamento de acamamento das cultivares BRS 208, BRS 220, BRS Tangará, BRS Pardela, BRS Gaivota, BRS Gralha-azul, BRS Sabiá, BRS Graúna e BRS Sanhaço, nas MRTs 1, 2 e 3 do Paraná.

No que diz respeito à interação entre genótipo e ambiente para caracterização de acamamento, é preciso considerar que a lavoura tritícola tende a ficar mais acamada nas localidades abaixo de 700 m nas MRTs 2 e 3 do Paraná, porque é instalada entre abril e maio quando as temperaturas estão relativamente elevadas, e nessas condições há maior disponibilização de N-mineral para as plantas por causa das maiores taxas de mineralização da MO e da palhada no SPD. Por outro lado, em áreas acima de 700 m nas MRTs 1 e 2, o trigo apresenta menor disposição ao acamamento porque é semeado entre junho e julho quando as temperaturas estão mais baixas, e nessas circunstâncias há menor oferta de N-mineral oriundo do SPD.

Para corroborar os dados apresentados na Tabela 5, tem-se o trabalho de Penckowski e Fernandes (2010), no qual diversas cultivares de trigo foram classificadas como suscetíveis ao acamamento na MRT 3 do Paraná, e como resistentes na MRT 1.

Há que se considerar também o acamamento decorrente da compactação do solo. Em grande parte das MRTs 2 e 3 do Paraná o trigo ocupa os Latossolos e Nitossolos argilosos, onde frequentemente verifica-se alta resistência à penetração de raízes e reduzida porosidade de aeração (TORMENA et al., 2002; CASTRO FILHO et al., 2002; BHERING e SANTOS, 2008).

**Tabela 5.** Acamamento das cultivares BRS de trigo nas MRTs 1, 2 e 3 do Paraná.

Cultivar	MRT 1 (Altitude > 700 m)	MRT 2 – Alta (Altitude > 700 m)	MRT 2 – Baixa (Altitude < 700 m)	MRT 3 (Altitude < 700 m)
BRS 208	MR	MR	MS	MS
BRS 220	R	R	R	R
BRS Tangará	R	R	MR	MR
BRS Pardela	MR	MR	MS	MS
BRS Gaivota	R	R	R	R
BRS Gralha-azul	MR	MR	MS	MS
BRS Sabiá	R	R	MR	MR
BRS Graúna	R	R	R/MR	R/MR
BRS Sanhaço	R	R	R	R

MRT 1 (Altitude > 700 m): Centro-Sul e Sudeste do PR;

MRT 2 – Alta (Altitude > 700 m): Centro-Oeste, Centro-Leste e Nordeste do PR;

MRT 2 – Baixa (Altitude < 700 m): Sudoeste e Oeste do PR;

MRT 3 (Altitude < 700 m): Norte e Noroeste do PR;

R: Resistente; MR: Moderadamente Resistente; MS: Moderadamente Suscetível; S: Suscetível.

O trigo é instalado por meio de máquina semeadora-adubadora sem o uso de hastes escarificadoras ("botinhas" ou "facões") acopladas aos conjuntos de discos de corte. Portanto, em solos conduzidos no SPD por vários anos consecutivos, com problemas acentuados de compactação nas camadas superficiais (0-10 e 10-20 cm), a cultura comumente tem crescimento radicular deficiente, resultando em complicações de ancoragem das plantas, entre outros efeitos negativos.

Existem três táticas para manejar o acamamento do trigo:

- Genética (cultivar resistente);
- Cultural (doses de N, densidade de semeadura, escarificação do solo, etc.);
- Química (reductor de crescimento).

Quanto ao manejo químico, é preciso considerar que o acamamento pode não ocorrer mesmo quando a cultivar é suscetível, ou seja, se as condições de lavoura não forem propícias ao problema não há necessidade de aplicar o reductor.

Por outro lado, caso as condições sejam favoráveis ao acamamento, indica-se o trinexapac-etil para as cultivares BRS 208, BRS Gralha-azul, BRS Tangará e BRS Sabiá. Nessas situações deve-se utilizar a dose de Moddus® recomendada pelo fabricante, da ordem de 400 mL/ha do produto comercial.

Não há recomendação de trinexapac-etil para a BRS 220, BRS Gaivota e BRS Sanhaço, por serem resistentes ao acamamento.

Para a BRS Pardela e BRS Graúna é preciso ter cautela, visto que recorrentemente apresentam expressivos sintomas de toxicidade em razão do uso de reductor, podendo levar a perdas consideráveis de produtividade. Sendo assim, propõe-se aplicar somente 50% da dose indicada pelo fabricante do trinexapac-etil, ou seja, cerca de 200 mL/ha do produto comercial Moddus®.

Apesar de ser importante em algumas situações de cultivo, independentemente do genótipo a ser recomendado, aconselha-se ter cuidado no uso do reductor de crescimento pelo fato de desencadear efeito hormonal sobre a planta. Em termos práticos,

significa que são frequentes injúrias de fitotoxicidade, inclusive com prejuízos de produtividade. No jargão agrônomo é comum ouvir que o reductor de crescimento é um produto "extremamente técnico".

Com base em dados experimentais, observações a campo e relatos, apontam-se alguns cuidados a serem respeitados no uso de trinexapac-etil para as cultivares BRS, a saber:

- Evitar qualquer mistura em tanque de agroquímicos, tais como, óleos adjuvantes na calda de pulverização;
- Ter cuidado com aplicações sequenciais de herbicida e reductor de crescimento (Ex: 2,4-D);
- Ficar atento em áreas com histórico de altas infestações de manchas foliares, pois a redução do porte das plantas pode favorecer a proliferação dessas doenças;
- Em lavouras de trigo instaladas sobre palhada de milho, os restos culturais de elevada relação C/N normalmente reduzem a oferta de N no sistema de cultivo, de tal forma que o porte das plantas e o acamamento ficam menores, dispensando o uso de reductor na maioria dos casos.

O estágio fenológico da cultura do trigo no qual o reductor de crescimento deve ser aplicado é outro fator-chave para o sucesso da técnica. Para as cultivares BRS indicadas neste trabalho, o trinexapac-etil tem o seu melhor desempenho quando ministrado no início da fase de alongamento dos colmos (elongação), ou seja, no estágio de primeiro nó visível e segundo perceptível (ao tato) do colmo principal das plantas. Na prática, para definir a campo este momento da lavoura, aconselha-se fazer amostragens e confirmar a aplicação quando cerca de 50% das plantas estiverem no estágio indicado.

É possível ter alguma previsibilidade sobre o acamamento do trigo. No caso das cultivares BRS citadas na Tabela 5, deve-se ficar atento nas seguintes situações:

- Quando as lavouras são instaladas com altas densidades de semeadura, no limite máximo ou acima das quantidades recomendadas, em áreas férteis conduzidas no SPD por vários anos consecutivos com soja no verão, em solos

argilosos com expressivo grau de compactação, se a precipitação pluvial atingir níveis acima do previsto no período que antecede o alongamento dos colmos (final do perfilhamento);

- Quando as lavouras são submetidas ao excesso de N, por erros de adubação e/ou por questões intrínsecas à área que está sendo explorada (solos férteis com altos teores de MO, áreas sujeitas à adubação orgânica frequente, soja no verão por vários anos consecutivos, etc.), se a precipitação pluvial atingir níveis acima do previsto no período que antecede o alongamento dos colmos (final do perfilhamento).

## Época de Semeadura

A definição do período adequado para a semeadura do trigo exige que se leve em consideração vários critérios, e o mais relevante engloba a caracterização do ambiente (solo e clima) perante as exigências fisiológicas da cultura. Também não podem ser excluídos da análise os sistemas de produção predominantes na região, estratégias de escape (risco de geada, brusone, chuva na colheita, etc.) e aspectos socioeconômicos (CUNHA et al., 2011).

Outro procedimento importante para o trigo é o escalonamento das datas de instalação da cultura, dentro de uma determinada época de semeadura, assim como, a diversificação do ciclo das cultivares. Essas técnicas têm por objetivo reforçar as táticas de escape e otimizar a logística operacional.

Nas Tabelas 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14 estão apresentadas informações sobre épocas de semeadura, populações de plantas e acamamento das cultivares BRS de trigo nas MRTs 1, 2 e 3 do Paraná. As épocas de semeadura seguiram os critérios adotados no zoneamento agrícola do trigo do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Também foram contempladas estratégias de escape para brusone e para chuva na colheita, considerando-se as reações de cada cultivar a esses problemas (Tabelas 1 e 2).

O zoneamento climático do trigo engloba a distribuição de chuvas, temperaturas adequadas e o risco de geada. No âmbito da disponibilidade hídrica, considera-se também o teor de argila do solo e a profundidade efetiva para o crescimento radicular (IAPAR, 2013; CBPTT, 2015). Vale ressaltar que

para fins de crédito de custeio e seguro agrícola, são analisadas apenas as indicações do zoneamento agrícola do MAPA (CBPTT, 2015).

O escape da brusone (*Magnaporthe oryzae*/ *Pyricularia oryzae*) é preponderante para a definição das épocas de semeadura do trigo em regiões importantes do Paraná. Essa doença ataca a espiga, tem elevado potencial de dano econômico e pode se hospedar em um amplo número de espécies, notadamente nas gramíneas (família *Poaceae*), dificultando sobremaneira o controle em áreas onde há elevada diversificação de culturas no seu entorno (sistemas de rotação, integração lavoura-pecuária, etc.).

A brusone é altamente influenciada pelas condições climáticas, ou seja, se desenvolve mais intensamente quando há períodos prolongados de molhamento (superiores a 10 h) associados a temperaturas em torno de 25 °C, incidindo sobre a lavoura do início do espigamento até o pleno enchimento dos grãos (LAU et al., 2011; CBPTT, 2015).

Para minimizar o risco da brusone, caso opte-se por cultivares suscetíveis ou moderadamente suscetíveis, é sugerida a semeadura mais tardia dentro do período definido no zoneamento agrícola, principalmente nas localidades abaixo de 700 m nas MRTs 2 e 3 do Paraná (Norte, Noroeste, Oeste e Sudoeste). Destaca-se que, em condições de alta pressão da doença, a eficiência dos fungicidas é expressivamente reduzida (LAU et al., 2011; CBPTT, 2015).

Outro entrave climático que acomete o trigo é o excesso de chuva na fase entre a maturação fisiológica dos grãos e a colheita. Nesses casos, em genótipos sensíveis, inicia-se o processo de germinação dos grãos na espiga, acarretando incremento da atividade da enzima alfa-amilase que tem como principal efeito a deterioração da qualidade da farinha (MIRANDA et al., 2011).

Os problemas de germinação em pré-colheita do trigo são mais frequentes nas localidades acima de 700 m nas MRTs 1 e 2 do Paraná (Centro-Sul, Sudeste, Nordeste, Centro-Leste e Centro-Oeste), visto que, nessas regiões grande parte das lavouras é instalada tardiamente entre junho e julho, tendo como principal limitação climática o risco de





**Tabela 8.** Época de semeadura, população inicial de plantas e acamamento da cultivar BRS Tangará nas MRTs 1, 2 e 3 do Paraná.

BRS Tangará (ciclo médio)		Época de semeadura, população inicial de plantas e acamamento																											
Região de Adaptação	Acamamento	Março			Abril					Maio					Junho				Julho				Agosto						
MRT 3 (Altitude < 700 m) Norte e Noroeste do PR	MR				10	15	20	25	30	05	10	15	20	25															
População inicial (plantas/m²)		250 a 300																											
MRT 2 – Baixa (Altitude < 700 m) Sudoeste e Oeste do PR	MR						20	25	30	05	10	15	20	25	31	05	10	15	20	25									
População inicial (plantas/m²)		250 a 300																											
MRT 2 – Alta (Altitude > 700 m) Centro-Oeste, Centro-Leste e Nordeste do PR	R									05	10	15	20	25	31	05	10	15	20	25	30	05	10						
População inicial (plantas/m²)		250 a 300																											
MRT 1 (Altitude > 700 m) Centro-Sul e Sudeste do PR	R																	15	20	25	30	05	10	15	20	25	30	05	
População inicial (plantas/m²)		250 a 300																											

■ Não Indicada      ■ Tolerada      ■ Preferencial

R: Resistente; MR: Moderadamente Resistente; MS: Moderadamente Suscetível; S: Suscetível.

Obs. 1: Épocas de semeadura indicadas de acordo com o zoneamento climático da cultura, incidência de chuva na colheita e escape da brusone; informações que podem variar conforme o ano e região.

Obs. 2: Para lavouras a serem instaladas sobre palhada de milho, utilizar de 10% a 20% a mais de plantas em relação às quantidades supracitadas.

**Tabela 9.** Época de semeadura, população inicial de plantas e acamamento da cultivar BRS Pardela nas MRTs 1, 2 e 3 do Paraná.

BRS Pardela (ciclo médio)		Época de semeadura, população inicial de plantas e acamamento																											
Região de Adaptação	Acamamento	Março			Abril					Maio					Junho				Julho				Agosto						
MRT 3 (Altitude < 700 m) Norte e Noroeste do PR	MS				05	10	15	20	25	30	05	10	15	20	25														
População inicial (plantas/m²)		250 a 300																											
MRT 2 – Baixa (Altitude < 700 m) Sudoeste e Oeste do PR	MS							20	25	30	05	10	15	20	25	31	05	10	15										
População inicial (plantas/m²)		250 a 300																											
MRT 2 – Alta (Altitude > 700 m) Centro-Oeste, Centro-Leste e Nordeste do PR	MR										05	10	15	20	25	31	05	10	15	20	25	30	05						
População inicial (plantas/m²)		250 a 300																											
MRT 1 (Altitude > 700 m) Centro-Sul e Sudeste do PR	MR																05	10	15	20	25	30	05	10	15	20	25		
População inicial (plantas/m²)		250 a 300																											

Não Indicada

Tolerada

Preferencial

■ Não Indicada      ■ Tolerada      ■ Preferencial

R: Resistente; MR: Moderadamente Resistente; MS: Moderadamente Suscetível; S: Suscetível.

Obs. 1: Épocas de semeadura indicadas de acordo com o zoneamento climático da cultura, incidência de chuva na colheita e escape da brusone; informações que podem variar conforme o ano e região.

Obs. 2: Para lavouras a serem instaladas sobre palhada de milho, utilizar de 10% a 20% a mais de plantas em relação às quantidades supracitadas.

Tabela 10. Época de semeadura, população inicial de plantas e acamamento da cultivar BRS Gaivota nas MRTs 1, 2 e 3 do Paraná.

BRS Gaivota (ciclo médio)		Época de semeadura, população inicial de plantas e acamamento																													
Região de Adaptação		Acamamento		Março		Abril					Maio					Junho					Julho					Agosto					
MRT 3 (Altitude < 700 m) Norte e Noroeste do PR		R			<div></div> 31	<div></div> 05	<div></div> 10	<div></div> 15	<div></div> 20	<div></div> 25	<div></div> 30	<div></div> 05	<div></div> 10	<div></div> 15	<div></div> 20																
População inicial (plantas/m²)		300 a 350																													
MRT 2 – Baixa (Altitude < 700 m) Sudoeste e Oeste do PR		R						<div></div> 15	<div></div> 20	<div></div> 25	<div></div> 30	<div></div> 05	<div></div> 10	<div></div> 15	<div></div> 20	<div></div> 25	<div></div> 31	<div></div> 05	<div></div> 10	<div></div> 15											
População inicial (plantas/m²)		300 a 350																													
MRT 2 – Alta (Altitude > 700 m) Centro-Oeste, Centro-Leste e Nordeste do PR		R										<div></div> 05	<div></div> 10	<div></div> 15	<div></div> 20	<div></div> 25	<div></div> 31	<div></div> 05	<div></div> 10	<div></div> 15	<div></div> 20	<div></div> 25	<div></div> 30	<div></div> 05							
População inicial (plantas/m²)		250 a 300																													
MRT 1 (Altitude > 700 m) Centro-Sul e Sudeste do PR		R																<div></div> 05	<div></div> 10	<div></div> 15	<div></div> 20	<div></div> 25	<div></div> 30	<div></div> 05	<div></div> 10	<div></div> 15	<div></div> 20	<div></div> 25			
População inicial (plantas/m²)		250 a 300																													
		<div></div> Não Indicada			<div></div> Tolerada					<div></div> Preferencial																					

R: Resistente; MR: Moderadamente Resistente; MS: Moderadamente Suscetível; S: Suscetível.

Obs. 1: Épocas de semeadura indicadas de acordo com o zoneamento climático da cultura, incidência de chuva na colheita e escape da brusone; informações que podem variar conforme o ano e região.

Obs. 2: Para lavouras a serem instaladas sobre palhada de milho, utilizar de 10% a 20% a mais de plantas em relação às quantidades supracitadas.

Tabela 11. Época de semeadura, população inicial de plantas e acamamento da cultivar BRS Galha-azul nas MRTs 1, 2 e 3 do Paraná.

BRS Galha-azul (ciclo médio)		Época de semeadura, população inicial de plantas e acamamento																											
Região de Adaptação	Acamamento	Março			Abril					Maio					Junho					Julho					Agosto				
MRT 3 (Altitude < 700 m) Norte e Noroeste do PR	MS					15	20	25	30	05	10	15	20	25															
População inicial (plantas/m²)		250 a 300																											
MRT 2 – Baixa (Altitude < 700 m) Sudoeste e Oeste do PR	MS							25	30	05	10	15	20	25	31	05	10	15	20	25									
População inicial (plantas/m²)		250 a 300																											
MRT 2 – Alta (Altitude > 700 m) Centro-Oeste, Centro-Leste e Nordeste do PR	MR									05	10	15	20	25	31	05	10	15	20	25	30	05	10	15					
População inicial (plantas/m²)		250 a 300																											
MRT 1 (Altitude > 700 m) Centro-Sul e Sudeste do PR	MR															05	10	15	20	25	30	05	10	15	20	25	30	05	
População inicial (plantas/m²)		250 a 300																											
		<div></div> Não Indicada			<div></div> Tolerada					<div></div> Preferencial																			

R: Resistente; MR: Moderadamente Resistente; MS: Moderadamente Suscetível; S: Suscetível.

Obs. 1: Épocas de semeadura indicadas de acordo com o zoneamento climático da cultura, incidência de chuva na colheita e escape da brusone; informações que podem variar conforme o ano e região.

Obs. 2: Para lavouras a serem instaladas sobre palhada de milho, utilizar de 10% a 20% a mais de plantas em relação às quantidades supracitadas.

**Tabela 12.** Época de semeadura, população inicial de plantas e acamamento da cultivar BRS Sabiá nas MRTs 1, 2 e 3 do Paraná.

BRS Sabiá (ciclo precoce)		Época de semeadura, população inicial de plantas e acamamento																												
Região de Adaptação	Acamamento	Março			Abril				Maio				Junho				Julho				Agosto									
MRT 3 (Altitude < 700 m) Norte e Noroeste do PR	MR				15	20	25	30	05	10	15	20																		
População inicial (plantas/m²)		300 a 350																												
MRT 2 – Baixa (Altitude < 700 m) Sudoeste e Oeste do PR	MR							30	05	10	15	20	25	31	05	10	15	20	25											
População inicial (plantas/m²)		300 a 350																												
MRT 2 – Alta (Altitude > 700 m) Centro-Oeste, Centro-Leste e Nordeste do PR	R									10	15	20	25	31	05	10	15	20	25	30	05	10	15							
População inicial (plantas/m²)		250 a 300																												
MRT 1 (Altitude > 700 m) Centro-Sul e Sudeste do PR	R																	20	25	30	05	10	15	20	25	30	05			
População inicial (plantas/m²)		250 a 300																												
		<div><div></div><div>Não Indicada</div><div></div><div>Tolerada</div><div></div><div>Preferencial</div></div>																												

■ Não Indicada      ■ Tolerada      ■ Preferencial

R: Resistente; MR: Moderadamente Resistente; MS: Moderadamente Suscetível; S: Suscetível.

Obs. 1: Épocas de semeadura indicadas de acordo com o zoneamento climático da cultura, incidência de chuva na colheita e escape da brusone; informações que podem variar conforme o ano e região.

Obs. 2: Para lavouras a serem instaladas sobre palhada de milho, utilizar de 10% a 20% a mais de plantas em relação às quantidades supracitadas.

**Tabela 13.** Época de semeadura, população inicial de plantas e acamamento da cultivar BRS Graúna nas MRTs 1, 2 e 3 do Paraná.

BRS Graúna (ciclo tardio/precoce)		Época de semeadura, população inicial de plantas e acamamento																													
Região de Adaptação	Acamamento	Março			Abril					Maio					Junho					Julho					Agosto						
MRT 3 (Altitude < 700 m) Norte e Noroeste do PR	R/MR				10	15	20	25	30	05	10	15	20	25																	
População inicial (plantas/m²)		300 a 350																													
MRT 2 – Baixa (Altitude < 700 m) Sudoeste e Oeste do PR	R/MR							25	30	05	10	15	20	25	31	05	10	15	20	25											
População inicial (plantas/m²)		300 a 350																													
MRT 2 – Alta (Altitude > 700 m) Centro-Oeste, Centro-Leste e Nordeste do PR	R								30	05	10	15	20	25	31	05	10	15	20	25	30	05	10	15							
População inicial (plantas/m²)		250 a 300																													
MRT 1 (Altitude > 700 m) Centro-Sul e Sudeste do PR	R															05	10	15	20	25	30	05	10	15	20	25	30	05			
População inicial (plantas/m²)		250 a 300																													
<div><div></div><div>Não Indicada</div><div></div><div>Tolerada</div><div></div><div>Preferencial</div></div>																															

■ Não Indicada      ■ Tolerada      ■ Preferencial

R: Resistente; MR: Moderadamente Resistente; MS: Moderadamente Suscetível; S: Suscetível.

Obs. 1: Épocas de semeadura indicadas de acordo com o zoneamento climático da cultura, incidência de chuva na colheita e escape da brusone; informações que podem variar conforme o ano e região.

Obs. 2: Para lavouras a serem instaladas sobre palhada de milho, utilizar de 10% a 20% a mais de plantas em relação às quantidades supracitadas.

**Tabela 14.** Época de semeadura, população inicial de plantas e acamamento da cultivar BRS Sanhaço nas MRTs 1, 2 e 3 do Paraná.

BRS Sanhaço (ciclo médio)		Época de semeadura, população inicial de plantas e acamamento																											
Região de Adaptação	Acamamento	Março				Abril				Maio				Junho				Julho				Agosto							
MRT 3 (Altitude < 700 m) Norte e Noroeste do PR	R					15	20	25	30	05	10	15	20																
População inicial (plantas/m²)		300 a 350																											
MRT 2 – Baixa (Altitude < 700 m) Sudoeste e Oeste do PR	R					20	25	30	05	10	15	20	25	31	05	10	15												
População inicial (plantas/m²)		300 a 350																											
MRT 2 – Alta (Altitude > 700 m) Centro-Oeste, Centro-Leste e Nordeste do PR	R									05	10	15	20	25	31	05	10	15	20	25	30	05							
População inicial (plantas/m²)		300 a 350																											
MRT 1 (Altitude > 700 m) Centro-Sul e Sudeste do PR	R													31	05	10	15	20	25	30	05	10	15	20	25	30			
População inicial (plantas/m²)		300 a 350																											

Não Indicada

Tolerada

Preferencial



Não Indicada



Tolerada



Preferencial

R: Resistente; MR: Moderadamente Resistente; MS: Moderadamente Suscetível; S: Suscetível.

Obs. 1: Épocas de semeadura indicadas de acordo com o zoneamento climático da cultura, incidência de chuva na colheita e escape da brusone; informações que podem variar conforme o ano e região.

Obs. 2: Para lavouras a serem instaladas sobre palhada de milho, utilizar de 10% a 20% a mais de plantas em relação às quantidades supracitadas.

## Considerações Finais

O trigo é estratégico em diversas regiões agrícolas do Brasil, não só pelos valores monetários gerados na sua cadeia produtiva, mas também pelos benefícios agrônômicos que entrega às outras culturas em rotação, tais como, no manejo de plantas daninhas, doenças e pragas, no controle da erosão do solo, na reciclagem de nutrientes, entre outros.

O programa de melhoramento de trigo da Embrapa no Paraná tem sido vitorioso nos últimos anos, no sentido de contribuir com cultivares de elevado potencial produtivo, de expressiva resistência a doenças, adaptabilidade a diferentes ambientes e com alta qualidade de farinha.

Contudo, a cada nova cultivar lançada no mercado é preciso que se faça todo o posicionamento fitotécnico e a caracterização de seus atributos agrônômicos, no contexto dos sistemas de produção em que está sendo recomendada. Os trabalhos de fitotecnia, portanto, são imprescindíveis para que a tecnologia genética tenha sucesso no cotidiano do agricultor.

## Referências

ADAMS, F.; MARTIN, J.B. Liming effects on nitrogen use and efficiency. In: HAUCK, R.D. (Ed.). **Nitrogen in crop production**. Madison: American Society of Agronomy, 1984. p. 417-426.

AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Ministério da Agricultura do Governo Federal. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 04 abr. 2016.

ARDUINI, I.; MASONI, A.; ERCOLI, L.; MARIOTTI, M. Grain yield, and dry matter and nitrogen accumulation and remobilization in durum wheat as affected by variety and seeding rate. **European Journal Agronomy**, v. 25, p. 309–318, 2006.

BHERING, S.B.; SANTOS, H.G. dos. (Ed.). **Mapa de solos do estado do Paraná: legenda atualizada**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos; Curitiba: Embrapa Florestas; Londrina: Iapar, 2008. 74 p.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F. de; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. 375-470 p.

CANTARELLA, H.; MONTEZANO, Z.F. Nitrogênio e enxofre. In: PROCHNOW, L.I.; CASARIN, V.; STIPP, S.R. (Ed.). **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes**. Piracicaba: IPNI - Brasil, 2010. p. 5-46.

CASTRO FILHO, C.; LOURENÇO, A.; GUIMARÃES, M.F.; FONSECA, I.C.B. Aggregate stability under different soil management systems in red latosol in the State of Parana, Brasil. **Soil & Tillage Research**, v. 65, p. 45-51, 2002.

CBPTT. COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE. **Informações técnicas para trigo e triticale - safra 2016**. Editores Técnicos: CUNHA, G. R. DA; CAIERÃO, E.; ROSA, A. C. Passo Fundo: Biotrigo Genética, 2015. 228 p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Trigo no Brasil: série histórica**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 22 abr. 2016.

CRUZ, P.J.; CARVALHO, F.I.F.; CAETANO, V.R.; SILVA, A.S.; ANDREOMAR, J.K.; BARBIERI, R.L. Caracteres relacionados com a resistência ao acamamento em trigo comum. **Ciência Rural**, v. 31, p. 563-568, 2001.

CUNHA, G.R. da; PASINATO, A.; PIMENTEL, M.B.M.; HAAS, J.C.; MALUF, J.R.T.; PIRES, J.L.F.; DALMAGO, G.A.; SANTI, A. Regiões para trigo no Brasil: ensaios de VCU, zoneamento agrícola e época de semeadura. In: PIRES, J.L.F.; VARGAS, L.; CUNHA, G.R. da. (Org.). **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011, v. 1, p. 27-40.

DAVIES, P.J. **Introduction - The Plant Hormones: Their Nature, Occurrence and Functions**. In: DAVIES, P.J. (Ed.). **Plant Hormones: Biosynthesis, Signal Transduction, Action!** (3 Ed.). Dordrecht: Springer, 2007. p. 1-6.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos** (2. Ed.). Rio de Janeiro: Embrapa Solos. Brasília: Sistemas de Informações, 2006. 306 p.

FERNANDES, E.C. **População de plantas e regulador de crescimento afetando a produtividade de cultivares de trigo, 2009**. 99f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Área de Concentração em Agricultura). Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa.

FOLONI, J.S.S.; BASSOI, M.C. **Indicações fitotécnicas para cultivares BRS de trigo no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2015. 16 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 110).

GRANT, C.A.; BAILEY, L.D. Effect of seed-placed urea fertilizer and N-(n-butyl) thiophosphoric triamide (NBPT) on emergence and grain yield of barley. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 79, p. 491-496, 1999.

HOLEN, D.L.; BRUCKNER, P.L.; MARTIN, J.M.; CARLSON, G.R.; WICHMAN, D.M.; BERG, J.E. Response of winter wheat to simulated stand reduction. **Agronomy Journal**, v. 93, p. 364-370, 2001.

IAPAR. Instituto Agrônomo do Paraná. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Disponível em: <<http://www.iapar.br>>. Acesso em: 06 dez. 2013.

KARAMANOS, R.E.; HARAPIAK, J.T.; FLORE, N.A.; STONEHOUSE, T.B. Use of N-(n-butyl) thiophosphoric triamide (NBPT) to increase safety of seed-placed urea. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 84, p. 105-116, 2004.

LAU, D.; SANTANA, F.M.; MACIEL, J.L.N.; FERNANDES, J.M.C.; COSTAMILAN, L.M.; CHAVES, M.S.; LIMA, M.I.P.M. Doenças do trigo no Brasil. In: PIRES, J.L.F.; VARGAS, L.; CUNHA, G.R. da. (Org.). **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011, v. 1, p. 283-324.

MIRANDA, M.Z. de; GUARIENTI, E.M.; TONON, V.D. Qualidade tecnológica de trigo. In: PIRES, J.L.F.; VARGAS, L.; CUNHA, G.R. da. (Org.). **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011, v. 1, p. 371-390.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Editora UFLA, 2002. 626 p.

PENCKOWSKI, L.H.; FERNANDES, E.C. **Utilizando regulador de crescimento na cultura do trigo: aspectos importantes para garantir bons resultados**. 3.ed. Castro: Fundação ABC, 2010, 68 p.



PENCKOWSKI, L.H.; ZAGONEL, J.; FERNANDES, E.C. Nitrogênio e redutor de crescimento em trigo de alta produtividade. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, p. 473-479, 2009.

PIRES, J.L.F.; CUNHA, G.R. da; DALMAGO, G.A.; PASINATO, A.; SANTI, A.; PEREIRA, P.R.V.S.; SANTOS, H.P.; SANTI, A.L. Integração de práticas de manejo no sistema de produção de trigo. In: PIRES, J.L.F.; VARGAS, L.; CUNHA, G.R. da. (Org.). **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011, v. 1, p. 77-114.

PRYSTUPA, P.; SAVIN, R.; SLAFER, G.A. Grain number and its relationship with dry matter, N and P in the spikes at heading in response to N x P fertilization in barley. **Field Crops Research**, v. 90, 245-254, 2004.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. 285 p.

RODRIGUES, O.; DIDONET, A.D.; TEIXEIRA, M.C.C.; ROMAN, E.S. **Redutores de crescimento**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. 18 p. (Embrapa Trigo. Circular Técnica, 14)

SÁ, M.F.M. Os solos dos campos gerais. In: MELO, M.S.; MORO, R.S.; GUIMARÃES, G.B. **Patrimônio natural dos campos gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2007. p. 73-83.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. (Eds.). **Fisiologia vegetal** (3. Ed.). Porto Alegre: ARTMED, 2004. 719 p.

TORMENA, C.A.; BARBOSA, M.C.; COSTA, A.C.S.; GONÇALVES, C.A. Densidade, porosidade e resistência à penetração em Latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Scientia Agricola**, v. 59, p. 795-801, 2002.

WIETHÖLTER, S. Fertilidade do solo e a cultura do trigo no Brasil. In: PIRES, J.L.F.; VARGAS, L.; CUNHA, G.R. da. **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011. 135-185 p.

ZAGONEL, J.; FERNANDES, E.C. Doses e épocas de aplicação de redutor de crescimento afetando cultivares de trigo em duas doses de nitrogênio. **Planta Daninha**, v. 25, p. 331-339, 2007.

Apoio:



Consulte seu fornecedor de sementes:  
[www.fundacaomeridional.com.br](http://www.fundacaomeridional.com.br)

#### Circular Técnica, 117



Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Soja**  
Rod. Carlos João Strass, s/n, acesso Orlando Amaral,  
Caixa Postal 231, CEP 86001-970,  
Distrito de Warta, Londrina, PR  
Fone: (43) 3371 6000 Fax: (43) 3371 6100  
[www.embrapa.br/soja](http://www.embrapa.br/soja)

[www.embrapa.br/fale-conosco/sac/](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac/)

1ª edição  
PDF digitalizado (2016).

#### Comitê de publicações

**Presidente:** Ricardo Vilela Abdelnoor

**Secretária executiva:** Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite

**Membros:** Alvadi Antonio Balbinot Junior, Claudine Dinali Santos Seixas, Fernando Augusto Henning, José Marcos Gontijo Mandarino, Liliene Márcia Mertz-Henning, Maria Cristina Neves de Oliveira, Norman Neumaier e Vera de Toledo Benassi.

#### Expediente

**Supervisão Editorial:** Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol  
**Normalização bibliográfica:** Ademir Benedito Alves de Lima

**Editoração eletrônica:** Marisa Yuri Horikawa